

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-092824

(43)Date of publication of application : 29.03.2002

(51)Int.Cl.

G11B 5/39
G01R 33/09
H01F 10/08
H01F 10/18
H01F 10/20
H01F 10/30
H01F 10/32
H01L 43/08

(21)Application number : 2000-273289

(71)Applicant : HITACHI LTD
UNIV NAGOYA
(72)Inventor : HAYAKAWA JUN
ITOU AKITOMO
MATSUI MASAOKI
ASANO HIDEFUMI

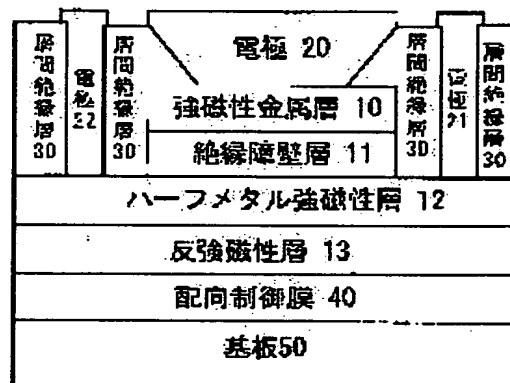
(22)Date of filing : 08.09.2000

(54) FERROMAGNETIC TUNNEL TYPE MAGNETO-RESISTANCE EFFECT HEAD HAVING SMALL BIAS DEPENDENCY OF MAGNETIC RESISTANCE RATIO

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a ferromagnetic tunnel type magneto-resistance effect head having small bias dependency of the magnetic resistance ratio and also high output power.

SOLUTION: The ferromagnetic tunnel type magneto-resistance effect head having smaller bias dependency of the magnetic resistance ratio as compared with the conventional ferromagnetic tunnel type magneto-resistance effect element and also having the higher output power is obtained by placing an antiferromagnetic layer 13 adjacent to a half metal ferromagnetic layer 12.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.08.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-92824
(P2002-92824A)

(43) 公開日 平成14年3月29日 (2002.3.29)

(51)IntCl. ⁷	識別記号	F I	テラコード(参考)	
G 1 1 B	5/39	G 1 1 B	5/39	2 G 0 1 7
G 0 1 R	33/09	H 0 1 F	10/08	5 D 0 3 4
H 0 1 F	10/08		10/18	5 E 0 4 9
	10/18		10/20	
	10/20		10/30	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-273289 (P2000-273289)

(22) 出願日 平成12年9月8日 (2000.9.8)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 391012224

名古屋大学長

愛知県名古屋市千種区不老町 (番地なし)

(72) 発明者 早川 純

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 100091096

弁理士 平木 祐輔

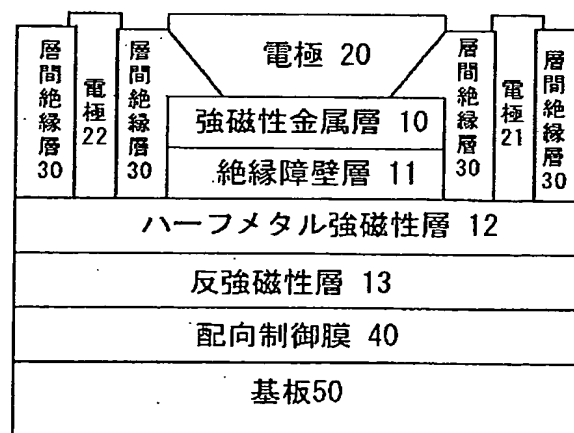
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗比のバイアス依存性の小さい強磁性トンネル型磁気抵抗効果ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 磁気抵抗比のバイアス依存性の小さい且つ高出力な強磁性トンネル型磁気抵抗効果ヘッドを提供する。

【解決手段】 ハーフメタル強磁性層12に反強磁性層13を隣接させることにより、従来の強磁性トンネル型磁気抵抗効果素子に比べ磁気抵抗比のバイアス依存性の小さい且つ高出力な強磁性トンネル型磁気抵抗効果ヘッドを得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 膜厚方向に電流を流すための電極を有する磁気抵抗効果膜を備える磁気ヘッドにおいて、前記磁気抵抗効果膜は、配向制御膜、反強磁性層、ハーフメタル強磁性層、絶縁障壁層、強磁性金属層を備え、前記絶縁障壁層を前記ハーフメタル強磁性層と前記強磁性金属層で挟んだ構造を有する強磁性トンネル型磁気抵抗効果膜であって、前記反強磁性層が前記ハーフメタル強磁性層に隣接していることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項2】 請求項1記載の磁気ヘッドにおいて、前記反強磁性層はCoO層、NiO層あるいは α -Fe₂O₃層を少なくとも一層含むことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項3】 膜厚方向に電流を流すための電極を有する磁気抵抗効果膜を備える磁気ヘッドにおいて前記磁気抵抗効果膜は、配向制御膜、反強磁性層、ハーフメタル強磁性層、絶縁障壁層、強磁性金属層を備え、前記絶縁障壁層を前記ハーフメタル強磁性層と前記強磁性金属層で挟んだ構造を有する強磁性トンネル型磁気抵抗効果膜であって、前記反強磁性層が前記強磁性金属層に隣接していることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項4】 請求項3記載の磁気ヘッドにおいて、前記ハーフメタル強磁性層の前記絶縁障壁層と反対の側に軟磁性層が隣接していることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項5】 請求項1～4のいずれか1項記載の磁気ヘッドにおいて、前記ハーフメタル強磁性層はFe、Co、CrあるいはMnの少なくとも一つを含む酸化物あるいは化合物であることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項6】 請求項1～5のいずれか1項記載の磁気ヘッドにおいて、前記配向制御膜はNi、Zr、Zn、Al、Mg、Ti、Ta、Hf、Nb、Mo、Cr、Pt、Au、RuあるいはCo、またはこれらの元素の少なくとも一つを含む酸化物あるいは化合物からなることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項7】 磁気記録媒体と、前記磁気記録媒体を駆動する駆動手段と、前記磁気記録媒体に対して情報の記録を行う記録部と再生を行う再生部とを有する磁気ヘッドと、前記磁気ヘッドを前記磁気記録媒体に対して相対的に駆動するための磁気ヘッド駆動手段とを含む磁気記憶装置において、前記磁気ヘッドは再生部として請求項1～6のいずれか1項記載の磁気ヘッドを備えることを特徴とする磁気記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、強磁性トンネル型磁気抵抗効果素子を備える磁気ヘッド及び磁気記憶装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】これまで磁気抵抗効果素子として強磁性

トンネル型磁気抵抗効果(TMR)素子が提案され、特開平10-4227号公報にTMR素子を用いた磁気ヘッドに関する記載がある。しかし、従来のTMR素子はその磁気抵抗効果の大きさが印加バイアスに大きく依存し、印加バイアスを大きくするにつれてそのTMR比が減少する問題があり、特に400mV以上の電圧を印加するとTMR比がゼロバイアス近傍に比べて半分以上になることが報告されている。そのために、新規な材料を用いた磁気抵抗効果が大きく且つそのバイアス依存性の小さいTMR素子あるいは特殊なバイアス依存性を持つTMR素子が必要である。

【0003】これらの問題に関連する文献として以下の文献がある。特開平11-135857号公報には、強磁性トンネル接合素子の一方の磁性層に高分極率膜を備えることにより磁気抵抗効果を増大させるといった記述がある。アプライド・フィジックス・レターズ誌73巻1008～1010頁(Appl. Phys. Lett., 73, 1008(1998))に、両方の磁性層にハーフメタルとしてLa_{0.7}Sr_{0.3}MnO₃を用いた強磁性トンネル接合La_{0.7}Sr_{0.3}MnO₃/SrTiO₃/La_{0.7}Sr_{0.3}MnO₃の磁気抵抗効果に関する記述がある。この文献によると、TMR比は、100%以上と大きいものの印加バイアスに対して単調に低下すると記載されている。フィジカル・レビュー・レターズ誌82巻4288～4291頁(Phys. Rev. Lett., 82, 4288 (1999))には、Co/SrTiO₃/La_{0.7}Sr_{0.3}MnO₃強磁性トンネル接合における磁気抵抗効果の非対称バイアス依存性に関する記述がある。また、アプライド・フィジックス・レターズ誌74巻4017～4019頁(Appl. Phys. Lett., 74, 4017 (1999))に、ハーフメタル強磁性体として鉄酸化物を用い金属強磁性体としてCoを用いた強磁性トンネル型磁気抵抗効果膜の報告がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記いずれの文献においても、その磁気抵抗効果の増大は顕著ではなく、新たな素子の構成を考える必要がある。本発明は、このような従来技術の問題点に鑑み、従来素子よりも磁気抵抗効果が増大し、且つそのバイアス依存性の小さい強磁性トンネル型磁気抵抗効果素子を提供することを目的とする。さらには、該強磁性トンネル磁気抵抗効果素子を用いた磁気抵抗効果型磁気ヘッド及び磁気記憶装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】ハーフメタル強磁性体は、3d電子の上向きスピンと下向きスピンの状態密度が約1エレクトロンボルトのギャップをもち完全に偏極している(右回りと左回りで右回りが下向きスピン、左回りが上向きスピン)強磁性体である。また、フェルミエネルギー(E_F)はどちらか一方の状態密度を横切っ

ており、電気伝導を担う電子はそのフェルミエネルギー近傍の電子であるため、どちらか一方のスピンのみがトランスポートすることになる。つまり、ハーフメタル強磁性体ではスピン分極率(P)が100%である。これに対して、Co(基合金)、Fe(基合金)、Ni(基合金)などに代表される強磁性金属はその分極率は40%程度にとどまり、3dバンドはギャップを持たずフェルミエネルギーは上向きスピン、下向きスピンの両方が存在する。

【0006】強磁性トンネル接合の磁気抵抗比はTMR(%) = $2P_1 P_2 / (1 - P_1 P_2) \times 100$ で表すことができ、ハーフメタル強磁性体を強磁性トンネル接合の磁性層に用いることで、従来の強磁性金属を用いる場合に比べて磁気抵抗効果を増大できる。さらには、上記ハーフメタル強磁性体の特徴的な性質を利用することで、強磁性トンネル接合素子のスピントランスポートを容易に制御できる。さらに、ハーフメタル強磁性体を用いた強磁性トンネル接合において、印加バイアスにより強磁性トンネル接合の2つの強磁性層のフェルミレベルを相対的にずらすことによって磁気抵抗比のバイアス依存性を小さくし、且つ磁気抵抗効果の符号を変えることが可能である。

【0007】本発明では、ハーフメタル強磁性体に反強磁性層を隣接させてハーフメタル強磁性層の磁化を固定することにより、従来素子よりも磁気抵抗効果を増大させ、且つそのバイアス依存性の小さい強磁性トンネル型磁気抵抗効果素子を提供する。すなわち、本発明による磁気ヘッドは、膜厚方向に電流を流すための電極を有する磁気抵抗効果膜を備える磁気ヘッドにおいて、磁気抵抗効果膜は、配向制御膜、反強磁性層、ハーフメタル強磁性層、絶縁障壁層、強磁性金属層を備え、絶縁障壁層をハーフメタル強磁性層と強磁性金属層で挟んだ構造を有する強磁性トンネル型磁気抵抗効果膜であって、反強磁性層がハーフメタル強磁性層に隣接していることを特徴とする。

【0008】配向制御膜は反強磁性層に隣接していてもよいし、強磁性金属層に隣接していてもよい。この場合、反強磁性層はCoO層、NiO層あるいは α -Fe₂O₃層を少なくとも一層含んだものとしてすることができる。

【0009】本発明による磁気ヘッドは、また、膜厚方向に電流を流すための電極を有する磁気抵抗効果膜を備える磁気ヘッドにおいて、磁気抵抗効果膜は、配向制御膜、反強磁性層、ハーフメタル強磁性層、絶縁障壁層、強磁性金属層を備え、絶縁障壁層をハーフメタル強磁性層と強磁性金属層で挟んだ構造を有する強磁性トンネル型磁気抵抗効果膜であって、反強磁性層が強磁性金属層に隣接していることを特徴とする。

【0010】配向制御膜は反強磁性層に隣接していてもよいし、ハーフメタル強磁性層に隣接していてもよい。

ハーフメタル強磁性層の絶縁障壁層と反対の側に軟磁性層を隣接させると、自由層の軟磁気特性を改善することができる。

【0011】ハーフメタル強磁性層はFe、Co、CrあるいはMnの少なくとも一つを含む酸化物あるいは化合物とすることができる。また、配向制御膜はNi、Zr、Zn、Al、Mg、Ti、Ta、Hf、Nb、Mo、Cr、Pt、Au、RuあるいはCo、またはこれらの元素の少なくとも一つを含む酸化物あるいは化合物とすることができる。

【0012】本発明による磁気記憶装置は、磁気記録媒体と、磁気記録媒体を駆動する駆動手段と、磁気記録媒体に対して情報の記録を行う記録部と再生を行う再生部とを有する磁気ヘッドと、磁気ヘッドを磁気記録媒体に対して相対的に駆動するための磁気ヘッド駆動手段とを含む磁気記憶装置において、磁気ヘッドは再生部として前述の磁気ヘッドを備えることを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。理解を容易にするため、以下の図において同じ機能部分には同じ番号を付して示した。

【実施の形態1】図1の模式図に断面構造を示す強磁性トンネル型磁気抵抗効果膜を作製した。基体50上に配向制御膜40、反強磁性層13、ハーフメタル強磁性層12、絶縁障壁層11、強磁性金属層10の順に形成した。強磁性金属層10とハーフメタル強磁性層12の面内磁化は、外部磁界が印加されていない状態で相互に90°傾いた方向に向けられている。外部磁界(H)により強磁性層10の磁化は自由に回転し、その回転角に応じて膜面垂直方向の電気抵抗が変化し、磁気抵抗効果が発生する。

【0014】絶縁障壁層11、強磁性金属層10、ハーフメタル強磁性層12の端部には、強磁性金属層10とハーフメタル強磁性層12の間の電気的なリークを阻止するために層間絶縁層30を形成した。電極20は強磁性金属層10上、電極21、22はハーフメタル強磁性層12上にそれぞれ配置し、図2の平面図に示したように、電極20と電極21の間に電流を流し、電極20と電極22の間の抵抗変化率を出力とした。この際、電極20から電極21あるいは電極22の方向を正のバイアス方向とした。

【0015】次に、上記磁気抵抗効果膜の作製方法と各種材料について説明する。Si基体50上に配向制御膜40であるZnOを10nm、反強磁性層13であるNiO(30nm)/ α -Fe₂O₃(2nm)、ハーフメタル強磁性層12であるFe₃O₄を50nm、絶縁障壁層11であるSrTiO₃を2.5nm、強磁性金属層10であるCoFeを15nm、それぞれRFスパッタリングにより形成し、フォトリソグラフィーを用いて所定の形状にパターニングした。ハーフメタル強磁性

層12である Fe_3O_4 は反強磁性層13の $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 上に形成されている。その後、フォトリソグラフィ、イオンミリングを用いてハーフメタル強磁性層12まで接合部のパターニングを行った。作製した接合部の面積は $5 \times 5 (\mu\text{m}^2)$ である。次に、層間絶縁層30を形成するためリフトオフパターンを作製し、 Al_2O_3 をスパッタリングにより60nm形成し、レジストをリフトオフした。その後、電極20、21、22であるAuをフォトリソグラフィとイオンミリングにより形成した。電極Auの膜厚は200nmとした。

【0016】図3の実線は、図1の構成の磁気抵抗効果膜におけるTMR比($\Delta R/R$)の印加バイアス依存性を示したものである。印加バイアスが約0.1VでTMR比の符号が変化していることがわかった。負のバイアスを印加したとき、つまり Fe_3O_4 からCoFeにバイアス電圧を印加したときに従来の負の磁気抵抗効果が観測され、その大きさは約100%であり、約-1Vまでバイアスを印加してもTMR比はほとんど変わらなかった。この時の電気抵抗は500Ωであった。一方、正のバイアスを印加したときには、 Fe_3O_4 とCoFeの磁化の向きが反平行状態の時に電気抵抗が最小となる正の磁気抵抗効果が観測され、その大きさはほぼゼロに等しい。また、この時電気抵抗は50Ωであった。なお、図中点線は従来の典型的なTMR素子CoFe/ Al_2O_3 /CoFeのTMR比のバイアス依存性を示す。従来の素子はTMR比の値が30%程度であり、約0.5Vでその値が半減していることがわかる。

【0017】ここではハーフメタル強磁性層として Fe_3O_4 を用いた例を説明したが、本発明で用いられるハーフメタル強磁性層の典型例として、 CrO_2 、 $\text{LaO}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ 、 $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_6$ がある。それぞれの材料に対して選択される配向制御膜、反強磁性層は以下の通りである。ハーフメタル強磁性層として CrO_2 を用いる場合、配向制御膜と反強磁性層はそれぞれ TiO_2 、 NiO を用いた。 $\text{LaO}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ 、 $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_6$ を用いた場合の配向制御膜と反強磁性層はそれぞれPt、 LaFeO_3 であり、配向制御膜として MgO 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 NiO 、Nb、 MoO_3 、 Cr_2O_3 、Au、Ru、 Co_3O_4 を用いた場合にも図3に示したバイアス特性を得た。

【0018】さらに、上記絶縁障壁層として CeO_2 、 LaCeO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 、 TiO_2 、 HfO_2 、 TaO 、 ZnO 、 ZrO_2 、 MoO_2 を用いても同様の結果を得た。本実施の形態によると、配向制御膜40を用いて反強磁性層13、ハーフメタル強磁性層12を配向させることによって磁気的な異方性を大きくできるため、磁気抵抗効果を増大できる。

【0019】【実施の形態2】図4に断面構造を模式的に示す強磁性トンネル型磁気抵抗効果膜を作製した。本

実施の形態の磁気抵抗効果膜は、図1の膜構成を、強磁性金属層10側に反強磁性層13を設けるように変更した構成例である。ハーフメタル強磁性層12、絶縁障壁層11、強磁性金属層10、層間絶縁層30、電極20、21、22に用いた材料及び膜厚は実施の形態1と同様である。

【0020】本実施の形態では、配向制御膜40にPt(30nm)、反強磁性層13にMnPt(12nm)を用いた。本構成によって、図5に示すように、実施の形態1とはほぼ同様のTMR比のバイアス依存性と磁気抵抗効果の大きさ(約89%)を得た。本構成例では、固定層(強磁性金属層10)が従来構造と類似であり、技術的に作製が容易である利点がある。

【0021】【実施の形態3】図6に断面構造を模式的に示す強磁性トンネル型磁気抵抗効果膜を作製した。本実施の形態の磁気抵抗効果膜は、図1の膜構成を、強磁性金属層10を基板側に備え、反強磁性層13をハーフメタル強磁性層12に隣接させるように変更した構成例である。ハーフメタル強磁性層12、絶縁障壁層11、強磁性金属層10、層間絶縁層30、電極20、21、22に用いた材料及び膜厚は実施の形態1と同様である。

【0022】本実施の形態では、配向制御膜40にTa(5nm)を、反強磁性層13にNiO(30nm)を用いた。本構成においても、図7に示したとおり、実施例1とはほぼ同様のTMR比のバイアス依存性が得られ、その磁気抵抗効果の大きさは約90%であった。本実施の形態によると、強磁性金属層10を配向させることができ自由層の磁気特性を改善できる。

【0023】【実施の形態4】図8に断面構造を模式的に示す強磁性トンネル型磁気抵抗効果膜を作製した。本実施の形態の磁気抵抗効果膜は、図6の膜構成を、反強磁性層13を強磁性金属層10に隣接させるように変更した構成例である。ハーフメタル強磁性層12、絶縁障壁層11、強磁性金属層10、層間絶縁層30、電極20、21、22に用いた材料及び膜厚は実施の形態1と同様である。

【0024】本実施の形態では、反強磁性層13にMnPt(12nm)、配向制御膜40にTa(5nm)を用いた。本構成においても、図9に示すように、実施の形態1とはほぼ同様のTMR比のバイアス依存性を得、磁気抵抗効果の大きさは約85%であった。本実施の形態では、従来構造の固定層を持つため固定層磁化の一軸異方性が大きく、磁化の固定が安定であり高いTMR比が実現できる。

【0025】【実施の形態5】図10に断面構造を模式的に示す強磁性トンネル型磁気抵抗効果膜を作製した。本実施の形態の磁気抵抗効果膜は、図8の膜構成を、ハーフメタル強磁性層12に軟磁性層14としてNiFeを隣接させるように変更した構成例である。ハーフメタ

ル強磁性層12、絶縁障壁層11、強磁性金属層10、層間絶縁層30、配向制御膜40、電極20、21、22に用いた材料は実施の形態1と同様である。

【0026】本構成においても、図11に示したように、実施の形態1とほぼ同様のバイアス依存性が得られ、その磁気抵抗効果の大きさは約80%であった。本実施の形態では軟磁性層を用いることにより、ハーフメタル強磁性層の磁化反転を容易にでき、磁気特性を改善できる

図12は、本発明の強磁性トンネル型磁気抵抗効果膜1による磁気センサーを搭載した磁気ヘッドの概念図である。基板50上にNiFe下部シールド35を100nm、強磁性トンネル型磁気抵抗効果膜1、Au電極60、NiFe上部シールド兼下部コア36を1μm、コイル41、CoNiFe上部コア83を形成し、対向面63を形成してなる。

【0027】図13は、本発明の磁気ヘッドを用いた磁気記憶装置の概念図である。ヘッドスライダー90を兼ねる基板50上に強磁性トンネル型磁気抵抗効果膜1、電極60を形成し、これらからなる磁気ヘッドを記録媒体91の記録トラック44上に位置決めして再生を行う。ヘッドスライダー90は記録媒体91上を、対向面63を対向させて0.1μm以下の高さに浮上、もしくは接触して相対運動する。この機構により、強磁性トンネル型磁気抵抗効果膜1は、記録媒体91に記録された磁気的信号を、記録媒体91の漏れ磁界64から読み取ることができる。

【0028】図14は、本発明の磁気記憶装置（磁気ディスク装置）の構成例を示す概略図である。磁気的に情報を記録する記録媒体91をスピンドルモーター93にて回転させ、アクチュエーター92によってヘッドスライダー90を記録媒体91のトラック上に誘導する。即ち、磁気ディスク装置においては、ヘッドスライダー90上に形成した再生ヘッド及び記録ヘッドがこの機構によって記録媒体91上の所定の記録位置に近接して相対運動し、信号を順次書き込み、及び読み取るのである。

【0029】アクチュエーター92はロータリーアクチュエーターであるのがよい。記録信号は信号処理系94を通じて記録ヘッドにて媒体上に磁気記録され、再生ヘッドの出力は信号処理系94で処理されて信号が再生される。さらに再生ヘッドを所望の記録トラック上へ移動せしめるに際して、再生ヘッドからの高感度な出力を用いてトラック上の位置を検出し、アクチュエーター92を制御して、ヘッドスライダー90の位置決めを行うことができる。図14にはヘッドスライダー90、記録媒体91を各1個示したが、これらは複数であっても構わない。また、記録媒体91は両面に記録媒体を有して情報を記録してもよい。情報の記録がディスク画面の場合ヘッドスライダー90はディスクの両面に配置する。上

記装置は、従来構造のセンサーを搭載した磁気記憶装置に比べて、高密度に対応する良好な特性を示した。

【0030】

【発明の効果】本発明によると、従来より高出力且つそのバイアス依存性の小さい磁気抵抗効果膜を提供できる。ひいては、非対称なバイアス依存性を持つことにより新規な信号処理機能を有する磁気ヘッド及び高密度磁気記憶装置を得ることができる。

【0031】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による強磁性トンネル型磁気抵抗効果素子の第一の構成例を示す断面模式図。

【図2】本発明による強磁性トンネル型磁気抵抗効果素子の第一の構成例の素子平面図。

【図3】本発明による強磁性トンネル型磁気抵抗効果素子の磁気抵抗比のバイアス依存性を示す図。

【図4】本発明による強磁性トンネル型磁気抵抗効果素子の第二の構成例を示す図。

【図5】本発明による強磁性トンネル型磁気抵抗効果素子の磁気抵抗比のバイアス依存性を示す図。

【図6】本発明による強磁性トンネル型磁気抵抗効果素子の第三の構成例を示す図。

【図7】本発明による強磁性トンネル型磁気抵抗効果素子の磁気抵抗比のバイアス依存性を示す図。

【図8】本発明による強磁性トンネル型磁気抵抗効果素子の第四の構成例を示す図。

【図9】本発明による強磁性トンネル型磁気抵抗効果素子の磁気抵抗比のバイアス依存性を示す図。

【図10】本発明による強磁性トンネル型磁気抵抗効果素子の第五の構成例を示す図。

【図11】本発明による強磁性トンネル型磁気抵抗効果素子の磁気抵抗比のバイアス依存性を示す図。

【図12】本発明による強磁性トンネル型磁気抵抗効果素子を用いた記録再生ヘッドの概念斜視図。

【0044】

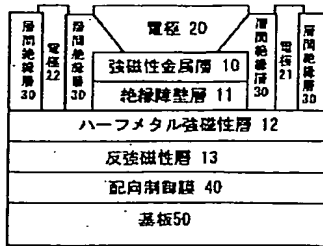
【図13】本発明の磁気ヘッドを用いた磁気記憶装置のヘッド部分の概念図。

【図14】磁気記憶装置の構成例を示す概略図。

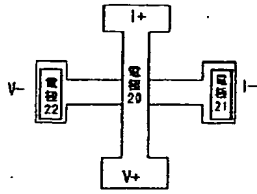
【符号の説明】

1…強磁性トンネル型磁気抵抗効果（TMR）膜、10…強磁性金属層、11…絶縁障壁層、12…ハーフメタル強磁性層、13…反強磁性層、14…軟磁性層、20…電極、21…電極、22…電極、30…層間絶縁層、35…下部シールド、36…上部シールド兼下部コア、40…配向制御膜、41…コイル、50…基板、60…電極、63…対向面、64…記録媒体からの漏れ磁界、83…上部コア、90…スライダー、91…記録媒体、92…アクチュエーター、93…スピンドルモーター、94…信号処理回路

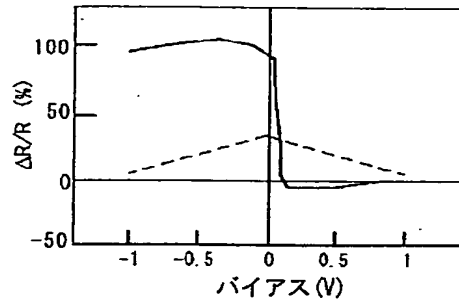
【図1】



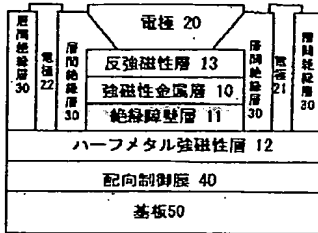
【図2】



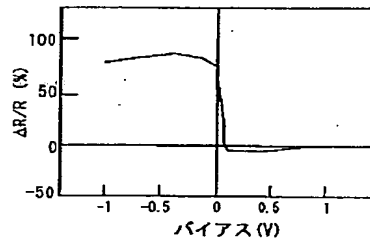
【図3】



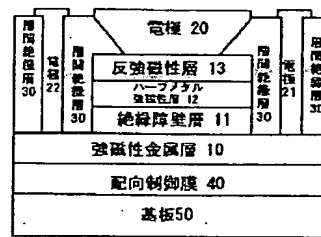
【図4】



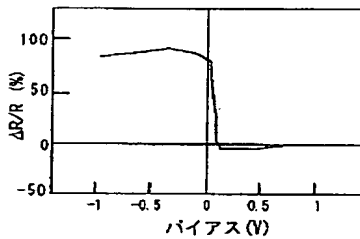
【図5】



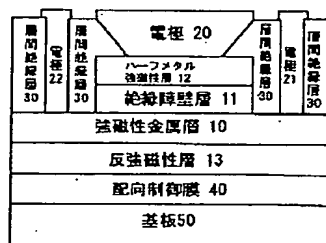
【図6】



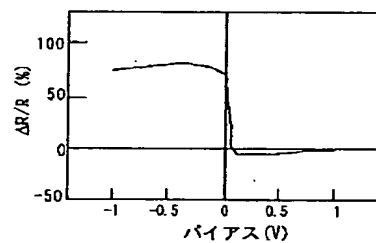
【図7】



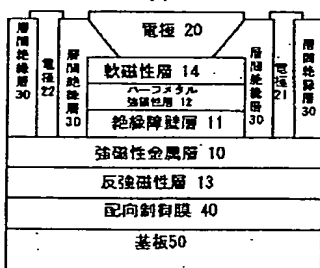
【図8】



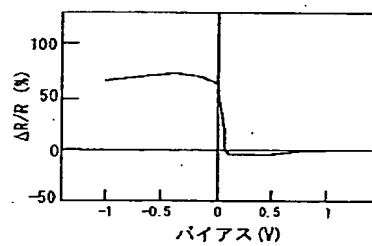
【図9】



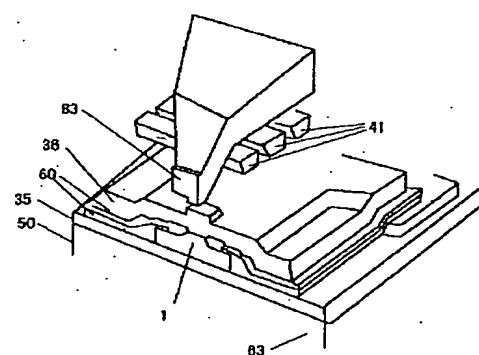
【図10】



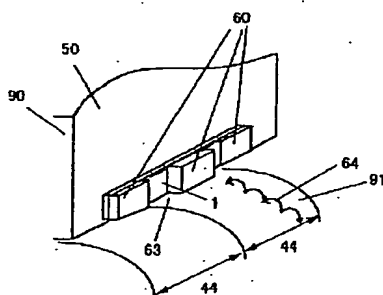
【図11】



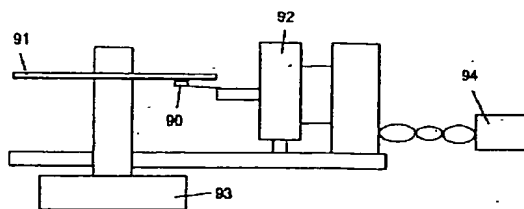
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

識別記号

H01F 10/30

10/32

H01L 43/08

F I

H01F 10/32

H01L 43/08

G01R 33/06

テーマコード(参考)

Z

R

(72)発明者 伊藤 顕知

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 松井 正顯

愛知県名古屋市千種区不老町 名古屋大学

内

(72)発明者 浅野 秀文

愛知県名古屋市千種区不老町 名古屋大学

内

Fターム(参考) 2G017 AA01 AC09 AD55 AD62 AD63
AD65

5D034 BA03 BA05 BA15 CA08

5E049 AA04 AA07 AA09 AB02 AB09

AB10 AC00 AC05 BA12 BA16

DB02 DB12 DB14 DB20